PART4 重力異常と地下構造

目標　重力異常と地下構造との関係について，アイソスタシーや鉱床と関連付けて説明できる。

Chapter1　重力異常と地球内部の大規模な構造

重力測定は，地球内部の構造を知るための一つの方法です。地球内部の大規模な構造について，どのようなことがわかるのでしょうか。

フリーエア異常とアイソスタシー

・フリーエア異常の意味

万有引力は 2 つの物体の重心間距離の 2 乗に反比例し，2 つの物体の質量の積に比例する。これらのうち（重心間距離 / 質量の積）を補正したときの重力異常がフリーエア異常であり，

地表面より下にある物質の質量	フリーエア異常
想定より大きい	（正 / 負）
想定通り	ほぼ 0
想定より小さい	（正 / 負）

になると考えられる。

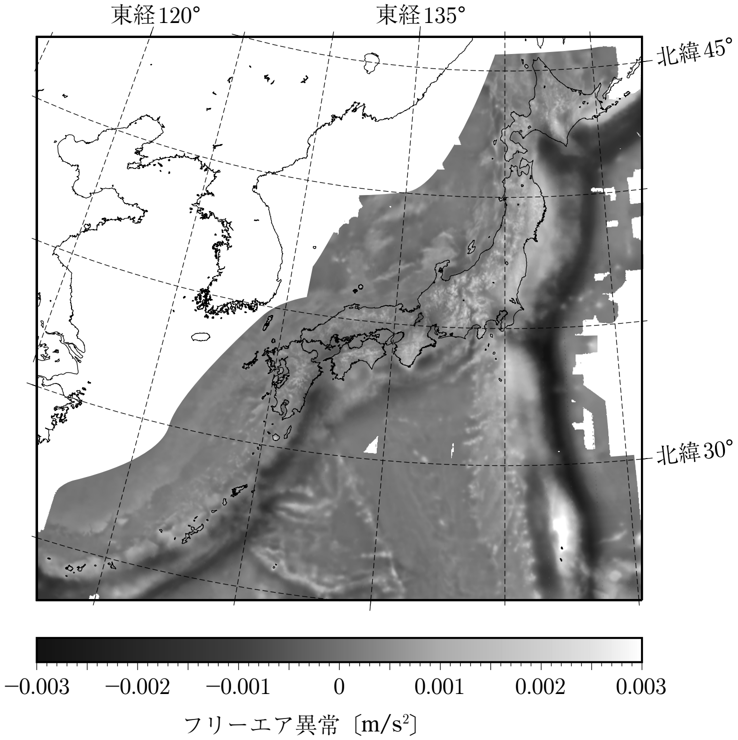
・アイソスタシーと地下の質量

アイソスタシーが成り立っているのは，「マントル内の同じ深さに着目したとき，単位面積の上にある物質の質量は場所によらず等しい」という状態である。これは，「地表の単位面積からマントル内の同じ深さまでにある物質の質量は場所によらず等しい」と言い換えることもできる。

・フリーエア異常とアイソスタシー

以上のことから，アイソスタシーが成り立っていれば，場所によらずフリーエア異常はほぼ０になるといえる。

実際に，プレート境界からある程度以上離れた地域では，フリーエア異常がほぼ０になっていることが多い。プレートの沈み込む境界である海溝付近では，下向きの力により地表面が（盛り上がる / 押し下げられる）ことで（正 / 負）のフリーエア異常がみられる。



重力データベース（産総研）をもとに作図

まとめ

- フリーエア異常は，地表面より下にある物質の質量が大きい場所では＿＿，少ない場所では＿＿の値をとる。
- アイソスタシーが成り立っていれば，フリーエア異常はほぼ０になる。
- プレートの沈み込む境界である＿＿＿＿付近では，下向きの力により地表面が押し下げられているため＿＿のフリーエア異常がみられる。

Chapter2　重力異常と地表付近の地下構造

重力測定を小さな空間スケールで行うことで，地表付近の小さな構造を調べることができます。どのようなことがわかるのでしょうか。

ブーゲー異常と重力探査

・ブーゲー異常の意味

ブーゲー異常は，重力の実測値にフリーエア補正，地形補正，ブーゲー補正を行った重力値から標準重力を引いた値である。

ブーゲー補正では，重力値からジオイドと測定点との間にある物質による万有引力を引き去る。この計算のとき，物質の密度は一定だと仮定する。万有引力は物質の質量に（比例 / 反比例）するので，次のようにまとめることができる。

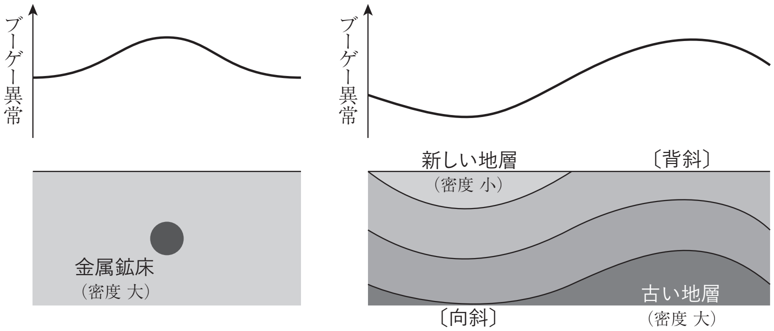
物質の密度	本来引き去るべき万有引力	ブーゲー補正の量	ブーゲー異常
想定より大	(大 / 小)	(余分 / 不足)	(大 / 小)
想定通り	中	ちょうどよい	中
想定より小	(大 / 小)	(余分 / 不足)	(大 / 小)

・重力探査

重力異常の分布をもとにして，地表付近の地下の物質の密度分布を探査することができる。これを重力探査とよぶ。

たとえば，有用な金属元素の集まった部分を金属鉱床という。金属の密度は岩石よりも（大きい / 小さい）ので，金属鉱床が地下にあれば，ブーゲー異常は（大きい / 小さい）。

また，地層が波打つように曲がった構造を褶曲(しゅうきょく)といい，そのうち波の尾根になっている部分を背斜，谷になっている部分を向斜と呼ぶ。背斜では古くて密度の大きな岩石が地表付近まで上がってきているので，ブーゲー異常が（大きい / 小さい）。



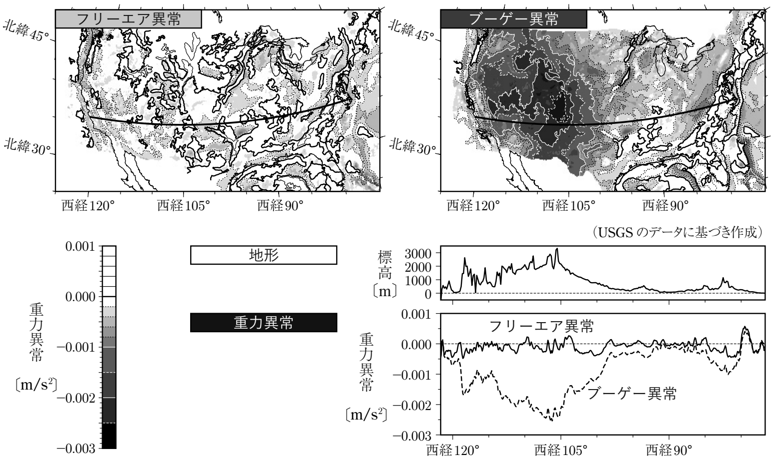
まとめ

- ブーゲー補正は，ジオイドと測定点との間にある物質の密度を，ある一定の値だと仮定して行われる。
- ブーゲー異常は，実際の物質の密度が仮定より大きい場所では＿＿＿＿，小さい場所では＿＿＿＿値をとる。
- 地層が波打つように曲がった構造を＿＿＿＿といい，そのうち＿＿＿＿ではブーゲー異常が大きい。

Chapter3　演習問題

ここでは，重力異常の実例を用いて，重力異常と地下構造との関係についての理解を深めましょう。

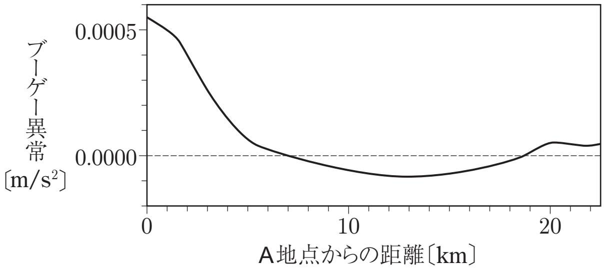
問題(1)　次の図は，北米における重力異常を示しています。この図に関連した下の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。ただし，下に示した地形と重力異常は，地図中の太線に沿った標高と重力異常の値です。



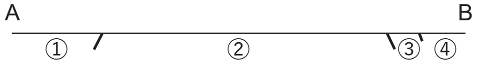
全体的に見て，フリーエア異常は 0 に近い値である。これは，アイソスタシーが（ほぼ成り立っている / 成り立っていない）ことを示している。

一方，ブーゲー異常はほとんどの地域で負の値をとり，特に (山脈 / 平野部) では絶対値が大きくなっている。ブーゲー異常は重力の測定値をジオイドにおける値に補正したものなので，平野部とくらべて山脈ではジオイドにおける重力が（大きい / 小さい)，すなわちジオイドの下の物質の質量が（大きい / 小さい）ことが推測される。

問題(2)　次の図は，日本のある地域において，海岸の A 地点から内陸の B 地点までブーゲー異常を測定した結果を示しています。この図に関連した下の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。ただし，この地域の地表付近は堆積岩からなることが知られています。



この地域の地表付近の地層は，次の図に示すように３枚の断層によって①②③④の４つの部分に区切られている。



ブーゲー異常の分布をもとにして考えると，

①と②の境界となっている断層……（正断層 / 逆断層）

②と③の境界となっている断層……（正断層 / 逆断層）

と推定される。

また，この地域のブーゲー異常の分布が地層の褶曲とも対応しているとすると，①は（向斜 / 背斜），②は（向斜 / 背斜）の部分だと考えられる。

ここがPOINT

堆積岩の密度は，古いもの，つまり深いところにあるものほど大きい傾向があります！

復習

正断層と逆断層（地学基礎）

正断層：
断層面を上盤が滑り落ちる断層

逆断層：
断層面を上盤がのし上がる断層

第２講　PART4　確認問題

次の文章を読み，下の問いに答えよ。

問１　（　ア　）は，地表面より下にある物質の質量が大きい場所では正の値，少ない場所では負の値をとる。a アイソスタシーが成り立っていれば，（　ア　）はほぼ０になる。プレートの沈み込む境界である海溝付近では，下向きの力がはたらいているため，（　イ　）の（　ア　）がみられる。

(1)　空欄アに当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　地形補正　　②　フリーエア異常

③　ブーゲー補正　　④　ブーゲー異常

(2)　空欄イに当てはまる語句として最も適当なものを，次の①，②のうちから一つ選べ。

①　正　　②　負

(3)　下線部ａのアイソスタシーについての説明として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　地表からマントル内の同じ深さまでの単位面積の上にある物質の質量は , 場所によらず等しい。

②　地表からマントル内の同じ深さまでの単位面積の上にある物質の体積は , 場所によらず等しい。

③　地表から核内の異なる深さまでの単位面積の上にある物質の質量は , 場所によらず等しい。

④　地表から核内の異なる深さまでの単位面積の上にある物質の体積は , 場所によらず等しい。

問2　（　ウ　）は，ジオイドと測定点との間にある物質の密度が一定の値だと仮定して行われる。（　エ　）は，実際の物質の密度が仮定より大きい場所では（　オ　）なる。

(1)　空欄ウ，エに当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ウ：フリーエア補正，エ：フリーエア異常

②　ウ：フリーエア補正，エ：ブーゲー異常

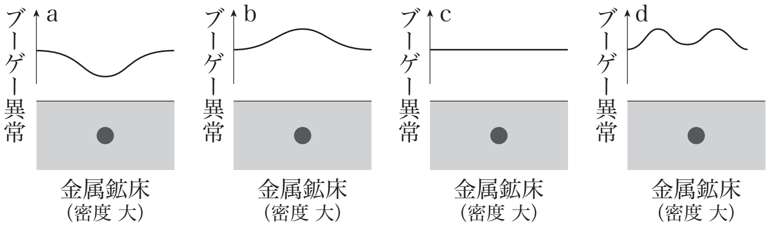
③　ウ：ブーゲー補正，　エ：ブーゲー異常

④　ウ：ブーゲー補正，　エ：フリーエア異常

(2)　空欄オに当てはまる語句として最も適当なものを，次の①，②のうちから一つ選べ。

①　大きく　　　　②　小さく

問3　地下の密度分布とブーゲー異常の関係として最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。



①　a　　　　②　b

③　c　　　　④　d

第２講　重力

PART1　重力

問題(1)　ア：$R^3\omega^2$　イ：GM　ウ：0　エ：0

問題(2)　3.5×10^{-3}

PART2　ジオイドと地球楕円体

問題(1)　【※図参照】

問題(2)　【※図参照】

問題(3)　外側から２番目の円

PART3　重力補正

問題(1)　小さく，大きい，小さく，小さい，大きい，フリーエア補正

問題(2)　下向き，万有引力，小さく，ブーゲー補正

PART4　重力異常と地下構造

問題(1)　ほぼ成り立っている，山脈，小さい，小さい

問題(2)　逆断層，逆断層，背斜，向斜

第 2 講　PART4　確認問題　解答

問 1

(1)　②

解説：
重心間距離を補正したときの重力異常がフリーエア異常である。

(2)　②

解説：
プレートの沈み込む境界である海溝付近では，下向きの力により地表面が押し下げられる。

(3)　①

解説：
アイソスタシーが成り立っていれば，地表面より下にある物質の質量は場所によらず等しいので，フリーエア異常はほぼ 0 になる。

問 2

(1)　③

解説：
ブーゲー異常は，重力の実測値にフリーエア補正，地形補正，ブーゲー補正を行った重力値から標準重力を引いた値である。

(2)　①

解説：
ブーゲー補正では，物質の密度は一定だと仮定し , 重力値からジオイドと測定点との間にある物質による万有引力を引き去る。

問３　②

解説：
金属の密度は岩石よりも大きいので，金属鉱床が地下にあれば，ブーゲー異常は大きい。